

Таблица 2

Граничные условия для расчетных областей с паропроводом-спутником

Позиция по рис. 1	Тип границы	Граничные условия
Расчетная область течения мазута (расчетная область 1 на рис. 4)		
1	Вход потока	температура на стенке 80 °С; скорость 0,0894 м/с (соответствует $Re=1000$);
2	Выход потока	$\frac{dv}{dx} = 0$; $\frac{dt}{dx} = 0$;
3	Стенка (сопряженная с границей 1 расчетной области 2)	скорость 0 м/с; $t_{\text{маз}} _w = t_{\text{теплоизол}} _w$;
Расчетная область теплоизоляции (расчетная область 2 на рис. 4)		
1	Стенка (сопряженная с границей 3 расчетной области 1)	$t_{\text{теплоизол}} _w = t_{\text{маз}} _w$;
2	Торец теплоизоляции	$\frac{dt}{dx} = 0$;
3	Наружная стенка теплоизоляции	$\lambda \frac{dt}{dn} _w = \alpha_{\text{нар}} (t_{\text{стенка теплоизол}} - t_{\text{нар}})$;
4	Граница, сопрягаемая с паропроводом	$t_{\text{теплоизол}} _w = t_{\text{пар}} = 165 \text{ °С}$.

В настоящее время ведется подготовка к численному эксперименту по моделированию течения мазута в общей изоляции с паропроводом-спутником.

Библиографический список

1. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. М.: МЭИ, 2002. 612 с.
2. Уилкинсон У.Л. Неньютоновские жидкости. М.: Изд-во «Мир», 1964. 216 с.
3. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Чечушков Д.А., Паниковская Т. Ю.
УрФУ, Chechushkov@gmail.com

Для количественной оценки качества электрической энергии ГОСТ [1] регламентирует систему единичных или обобщенных показателей качества электрической энергии (ПКЭЭ). В результате снижение ПКЭЭ приводит к экономическому ущербу, который в целом по энергоснабжающим организациям и промышленным потребителям будет значительным [2].

В практике отечественной и зарубежной энергетики обычно считается, что на электрических станциях производится электрическая энергия достаточно высокого качества, а ухудшение КЭЭ происходит в процессе её передачи и потребления в результате влияния электрических приемников. Однако, часть авторов считает, что проектирование современных экономичных генераторов при

более эффективным использованием стали приводить к повышению искажений формы кривой напряжения, особенно в условиях, отличных от нормальных. [3].

Произведены замеры токов, напряжений, мощностей и выполнены их гармонический анализ и исследование несимметрии, для двух турбогенераторов (Т-2-12 3), выполнены контроль и анализ показателей качества электрической энергии на холостом ходу в зависимости от токов возбуждения генератора, и для генератора, имеющего тяговую нагрузку и нагрузку в виде прокатного стана.

Вычисление значений ПКЭЭ производилось по следующим выражениям.

Отклонение напряжения в электрической сети ΔU в % предлагается определять по следующей формуле

$$\Delta U \approx \frac{RP + QX}{U_{ном}} = \frac{R(P_c - P_{pg}) + X(Q_c - Q_{pg})}{U_{ном}} \times 100, \quad (1)$$

где R – активное сопротивление электрической сети;

X – реактивное сопротивление электрической сети;

P_c и Q_c – активная и реактивная мощности системы, соответственно;

P_{pg} и Q_{pg} – активная и реактивная мощность источника РГ, соответственно.

В случае холостого хода генератора отклонение напряжения в % определяется по следующей формуле:

$$\Delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \times 100. \quad (1.1)$$

Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения в % определялся по следующей формуле

$$K_{н.с.} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^N U_{(n)}^2}}{U_{ном}} \times 100 \% . \quad (2)$$

Значения n – й гармонической составляющей в % определяется следующими выражениями

$$K_{U(n)} = \sqrt{\sum_{i=1}^N (K_{U(n)i})^2}, \quad (3)$$

$$K_{U(n)i} = \frac{U_{(n)i}}{U_{1i}} \times 100, \quad (4)$$

где U_{1i} – действующее значение напряжения основной частоты на i -м наблюдении в вольтах, киловольтах.

Высшие гармоники напряжений и токов приводят к дополнительным всегда положительным отклонениям напряжения у приемников. Для многих приемников важно действующее значение напряжения, определяемое по формуле

$$U = \sqrt{\sum_{v=1}^N U_v^2}. \quad (5)$$

Обработка полученных данных по измерениям и моделирование проводились с использованием следующих программных пакетов: математического пакета MathCAD и табличного процессора Excel.

Ниже представлен протокол № 1 «Режим холостого хода при вариации тока возбуждения», включающий в себя: уровни линейного напряжения, коэффициенты несинусоидальности и спектральный состав напряжения.

Таблица 1

Измеренные параметры КЭЭ

Вторичное напряжение ТН, В			Коэффициент несинусоидальности, %			Уровни гармоник, %			№ гармоник	Ток ротора, А
U _{BA}	U _{CB}	U _{AC}	КНС,BA	КНС,CB	КНС,AC	UГВА	UГCB	UГАС	n	Ip(xx)
48,4	47,9	48	0,8	0,7	0,7	0	0,1	0,4	3	20
48,6	47,7	48,1				0	0	0	5	
48,3	47,8	47,8				0,1	0,1	0,1	7	
77,3	77,3	77,9	0,8	0,8	0,8	0,4	0,4	0,5	3	40
77,1	77,2	77,8				0,6	0,8	0,1	5	
77,4	77,3	77,9				0,2	0,3	0,2	7	
108,1	107,5	107,9	0,4	0,6	0,8	0,1	0,1	0,1	3	60
108,2	107,3	108				0,2	0,3	0,7	5	
108,3	107,6	107,9				0	0,2	0,3	7	
120,9	120,1	121	0,6	0,6	1	0,3	0,3	0,8	3	80
121	120,7	120,6				0	0,2	0,2	5	
120,8	120,6	121,1				0,2	0,1	0,2	7	

На основании полученных и обработанных результатов ПКЭЭ на выводах ненагруженного генератора подтверждается вывод о том, что искажения напряжения, вносимые генератором, существенно меньше нормируемых стандартом. Некоторое превышение напряжения достаточно типично для напряжений холостого хода генератора.

Также были проведены измерения ПКЭЭ на других генераторах, работающих под нагрузкой, один из генераторов – генератор № 3, к которому подключен электротранспорт и прокатный стан. Имеет большие по величине отклонения ПКЭЭ, как и предполагалось в силу нелинейной нагрузки, непосредственно подключенной к генератору.

Таблица 2

Измеряемые величины

Параметр	Абсол. мах, кВ	Абсол. мин, кВ	Основная гармоника			$\Delta U(t)$, %	Фазный ток, кА		
			Амплитуда, кВ	Фазовый угол, °	Действ. знач., кВ		I _a	I _b	I _c
U _a	4,818	-5,282	4,944	343,694	3,496	1,595	1,08	1,08	1,11
U _b	4,596	-5,221	4,815	114,003	3,405	2,659	Угол фазного тока, °эл		
U _c	5,564	-6,189	5,796	237,109	4,098	2,259	85 (индукт)	36 (емкост)	155 (индукт)

Коэффициент n-ой гармонической составляющей, %

n	Ua	Ub	Uc	Ia	Ic
1	95,84	93,33	112,3	100	100
2	0,4	0,31	0,57	0,32	0,5
3	0,18	0,2	0,76	3,9	3,05
4	0,25	0,05	0,41	0,05	0,03
5	0,2	0,01	0,66	1,66	1,35
6	0,25	0,03	0,17	0,02	0,04
7	0,13	0,17	0,19	0,1	0,24

Можно сделать вывод о том, что основным источником отклонений ПКЭЭ от нормированных являются нелинейные нагрузки, характерные для преобразователей прокатного стана. Но при правильном использовании фильтрокомпенсирующих устройств ПКЭЭ можно привести к удовлетворяющим величинам. Требуется более детальный анализ и дополнительные измерения для оценки основного источника искажений ПКЭЭ. Но в целом делается вывод, что установки РГ удовлетворяют показателю (3) в [4] и, тем самым, создают экономические плюсы при их использовании.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109-97 Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.
2. Баркан Я.Д. Эксплуатация электрических систем. М.: Высшая школа. 1990.
3. Коган Ф.Л. Анормальные режимы турбогенераторов. М., 1988.
4. Бартоломей П.И., Паниковская Т.Ю., Чечушков Д.А. Анализ влияния распределенной генерации на свойства ЭЭС // Энергетика России в 21 веке – Восточный вектор: Сб. тр. объединенного симпозиума. Иркутск, 2010. С4-5.
5. Паниковская Т.Ю., Чечушков Д.А. Математическая модель для оценки инвестиционной привлекательности распределенной генерации // Энергетика глазами молодежи: Сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. Екатеринбург, 2010. С. 370-374.

РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В РЕАКТОРЕ ГИДРОКРЕКИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ КАТАЛИЗАТОРА В ВИДЕ НАНОЧАСТИЦ

*Чистяков К. А., Белоусова О. А., Павлович О. Н.
УрФУ*

Расход энергии на проведение химических реакций гидрокрекинга является одной из важнейших характеристик технологического процесса. Одной из целей теплового расчета процесса в реакторе гидрокрекинга является определение расхода теплоносителя или охлаждающего агента. Рассмотрим тепловой баланс реактора в процессе гидрокрекинга с суспендированным катализатором [1]. Поскольку размер частиц катализатора на несколько порядков ближе к размеру молекулы нефти, чем любого катализатора на носителе, то в реакторе происходит сохранение гомогенной среды.